



Facultad de Veterinaria  
**Universidad** Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Rotura del ligamento cruzado anterior y resolución quirúrgica mediante avance de la tuberosidad tibial y osteotomía modificadora de la meseta tibial

Anterior cruciate ligament rupture and surgical treatment through tibial tuberosity advancement and tibial plateau leveling osteotomy

Autor/es

Zaida Berenguer Roig

Director/es

José Ramón Sever Bermejo

Facultad de Veterinaria

2021

---

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
2.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA .....	5
2.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA .....	6
2.3. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR .....	7
<i>Etiología.....</i>	<i>7</i>
<i>Signos clínicos .....</i>	<i>8</i>
<i>Diagnóstico .....</i>	<i>9</i>
Anamnesis .....	9
Examen clínico .....	9
Prueba del cajón anterior .....	10
Prueba de compresión tibial .....	12
Diagnóstico por imagen .....	12
<i>Tratamiento.....</i>	<i>13</i>
<i>Epidemiología .....</i>	<i>14</i>
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>15</b>
5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS .....	16
<i>TPLO o Tibial Plateau Leveling Osteotomy .....</i>	<i>16</i>
Base biomecánica de la técnica .....	16
Avances del procedimiento .....	17
Selección de pacientes .....	19
Estudio radiográfico preoperatorio .....	20
Descripción de la técnica .....	21
Cuidados postoperatorios .....	23
Complicaciones.....	24
<i>TTA o Avance de la Tuberosidad Tibial .....</i>	<i>25</i>
Base biomecánica de la técnica .....	25
Avances del procedimiento .....	26
Selección de pacientes .....	27
Estudio radiográfico preoperatorio .....	28
Descripción de la técnica .....	29
Cuidados postoperatorios .....	31
Complicaciones.....	32
5.2. COMPARACIÓN DE TPLO Y TTA.....	33

6. CONCLUSIONES .....	35
7. VALORACIÓN PERSONAL .....	37
8. BIBLIOGRAFÍA .....	37

## 1. RESUMEN

La rotura del ligamento cruzado anterior es una de las principales patologías del miembro posterior en perros, siendo una de las causas más frecuentes de claudicación y de artrosis degenerativa secundaria en la rodilla. Su etiología es multifactorial, pero generalmente se produce como consecuencia de una enfermedad degenerativa a nivel de dicho ligamento, y es mucho más frecuente en perros de razas medianas y grandes. Clínicamente cursa con cojera de grado variable dependiendo del tipo de rotura y con el tiempo desencadena una osteoartritis. Para su diagnóstico son fundamentales los datos de la anamnesis, el examen clínico, y el examen radiológico. No obstante, existen otras técnicas de diagnóstico por imagen, como la artroscopia, que también pueden ser de gran utilidad. Algunos autores defienden la utilización de métodos conservadores para la resolución de esta patología, que consisten en la administración de antiinflamatorios y la restricción de movilidad. Sin embargo, cada vez más veterinarios optan por el tratamiento quirúrgico, puesto que permite recuperar la funcionalidad de la rodilla, reestablecer su estabilidad durante la marcha y frenar la progresión de la osteoartritis. Para ello existen numerosas cirugías, algunas de las cuales se basan en reestablecer la función del ligamento lesionado y otras se basan en la modificación de la biomecánica de la rodilla. En cuanto a estas últimas, dos de las técnicas más utilizadas son el avance de la tuberosidad tibial (TTA) y la osteotomía modificadora de la meseta tibial (TPLO). Ambas tienen el objetivo de eliminar la traslación craneal de la tibia durante la marcha, pero la TTA lo consigue avanzando la tuberosidad tibial hasta alcanzar un ángulo de 90º entre el ligamento rotuliano y la meseta tibial, y la TPLO lo consigue mediante la modificación del ángulo de la meseta tibial.

## ABSTRACT

Rupture of the anterior cruciate ligament is one of the main pathologies of the hind limb in dogs, being one of the most frequent causes of claudication and secondary degenerative osteoarthritis of the knee. Its aetiology is multifactorial, and it generally arises as a consequence of degenerative disease at the level of this ligament, and is much more frequent in medium and large breeds. Clinically, it is associated with lameness of varying degree depending on the type of rupture and eventually leads to osteoarthritis. Anamnesis, clinical examination and radiological examination are essential for its diagnosis. However, there are other diagnostic imaging techniques, such as arthroscopy and arthrotomy, which can also be very useful. Some authors support the use of conservative methods for the resolution of this pathology, consisting of the administration of anti-inflammatory drugs and restriction of mobility. However, more and more veterinarians are opting for surgical treatment, since it allows the recovery of the knee's

functionality, re-establishing its stability during walking and slowing down the progression of osteoarthritis. For this purpose, there are numerous surgeries, some of which are based on re-establishing the function of the injured ligament and others are based on modifying the biomechanics of the knee. Regarding these kind of surgeries, two of the most commonly used techniques are tibial tuberosity advancement (TTA) and tibial plateau modifying osteotomy (TPLO). Both aim to eliminate cranial translation of the tibia during gait, but TTA achieves this by advancing the tibial tuberosity to a 90o angle between the patellar ligament whereas the tibial plateau, and TPLO achieves this by modifying the angle of the tibial plateau.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. ANATOMÍA DE LA RODILLA

La rodilla es el complejo articular sinovial de mayor tamaño en la especie canina, y en ella podemos diferenciar dos grandes articulaciones: la femorotibial y la femororrotuliana. La articulación femorotibial está compuesta por las superficies articulares de los cóndilos del fémur y los cóndilos de la tibia proximal, entre las cuales existe una incongruencia articular que se ve compensada por la existencia de los meniscos, la cápsula articular y los ligamentos. La articulación femororrotuliana está compuesta por la superficie troclear del fémur y la rótula, que a su vez se encuentra unida a la tuberosidad tibial a través del ligamento rotuliano (Vérez-Fraguela, et al., 2016).

Los meniscos son estructuras formadas por tejido conjuntivo rico en colágeno, que permiten el correcto deslizamiento de los cóndilos femorales en su desplazamiento sobre la tibia. Podemos diferenciar dos meniscos, el menisco medial que tiene forma semilunar y el menisco lateral que tiene una forma casi circular. Ambos están compuestos por un cuerno craneal que se une a la tibia mediante el ligamento meniscal craneal, y un cuerno caudal que se une a la tibia mediante el ligamento meniscal caudal. Además, el menisco lateral posee una unión al fémur mediante el ligamento meniscofemoral y el menisco medial posee una unión a la cápsula articular mediante el ligamento colateral medial (Vérez-Fraguela, et al., 2016).

Los ligamentos que estabilizan la rodilla son múltiples, y se pueden dividir en centrales o intracapsulares (ligamento cruzado anterior y posterior) y periféricos o extracapsulares (ligamento rotuliano, retináculo rotuliano lateral y medial, ligamento colateral lateral y medial y ligamento poplíteo oblicuo). El ligamento cruzado anterior (LCA) o craneal (LCCr) nace en la porción caudal interna del cóndilo lateral del fémur y llega al área intercondilar central de la tibia, por lo que sigue un trayecto craneal y lateral. El ligamento cruzado posterior (LCP) o caudal

(LCC), nace en la cara interna del cóndilo medial del fémur y llega a la escotadura poplíteica de la tibia, por lo que sigue un trayecto caudal y medial respecto al LCA (Vérez-Fraguela, et al., 2016).

Los músculos implicados en el movimiento de la rodilla son numerosos, pero en el movimiento de extensión podemos destacar el papel del músculo cuádriceps femoral, extensor digital largo, tensor de la fascia lata y porción craneal del músculo sartorio, mientras que en la flexión podemos destacar el papel del músculo semimembranoso, semitendinoso, gracilis y sartorio (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Saldivia Paredes, 2018).

La cápsula articular forma tres sacos articulares: dos situados entre los cóndilos femoral y tibial (sacos articulares tibiofemorales) que se extienden caudoproximamente; y uno situado caudal a la rótula (saco articular femoropatelar), que se extiende distalmente formando la vaina tendinosa del tendón del músculo extensor digital largo. En cualquier caso, forman una cavidad articular dentro de la cual encontramos el líquido sinovial, responsable de proveer de nutrientes a los distintos elementos de la articulación, depurar los desechos celulares, amortiguar y lubricar las distintas superficies articulares (Saldivia Paredes, 2018).

## 2.2. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

Los principales movimientos que puede realizar la rodilla son: flexión, extensión, angulación hacia adentro (valgo), angulación hacia afuera (varo), movimiento anteroposterior y rotación axial (Saldivia Paredes, 2018).

En estación la rodilla de los perros tiene una angulación de 130° - 140°, lo que implica un cierto grado de flexión en todo momento, razón por la que los mecanismos extensores de las extremidades posteriores deben estar muy desarrollados. No obstante, se consideran límites normales de movimiento desde los 40° que se pueden alcanzar durante la flexión hasta los 150° en extensión (Saldivia Paredes, 2018).

La extensión de la rodilla implica principalmente al músculo cuádriceps femoral y de forma menos importante al músculo extensor digital largo, tensor de la fascia lata y porción craneal del músculo sartorio (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Saldivia Paredes, 2018). Durante esta acción los cóndilos femorales adquieren dos tipos de movimiento, el rodamiento y el deslizamiento sobre la meseta tibial; mientras que una vez finalizada la extensión se produce un movimiento craneal de dichos cóndilos femorales en relación a la meseta tibial (Nokin, citado en Saldivia Paredes, 2018). Además, según Maquet (citado en Saldivia Paredes, 2018) la tuberosidad tibial permite que en los últimos 20° de extensión de la rodilla, se produzcan 10° de rotación. En general todos estos movimientos que se producen se estabilizan sobre todo mediante los

ligamentos cruzados craneal y caudal, de forma que en un perro en estación el ligamento cruzado craneal tiene la función de impedir el movimiento craneal de la tibia sobre el fémur, mientras que el ligamento cruzado caudal tiene la función de impedir el movimiento caudal de la tibia sobre el fémur (Voight, citado en Saldivia Paredes 2018; Mage, citado en Saldivia Paredes, 2018). Por tanto, la prueba del cajón anterior y posterior pueden poner de manifiesto una rotura del ligamento cruzado anterior y posterior respectivamente, ya que en estos casos los ligamentos carecerían de función y se produciría un movimiento anómalo entre la epífisis distal del fémur y la epífisis proximal de la tibia (Saldivia Paredes, 2018).

La rotación axial de la rodilla se produce cuando esta se flexiona y extiende. Así pues, a medida que esta articulación se flexiona el ligamento colateral lateral se relaja y permite el desplazamiento caudal del cóndilo femoral lateral a lo largo de la meseta tibial. Dicho movimiento, desencadena una rotación interna de la tibia que se revierte cuando la rodilla se extiende, el ligamento colateral lateral se estira y el cóndilo femoral lateral se desplaza cranealmente a lo largo de la meseta tibial. Los estabilizadores primarios de este movimiento durante la extensión son los ligamentos colaterales medial y lateral, y durante la flexión son los ligamentos cruzados anterior y posterior (Messner, citado en Saldivia Paredes, 2018; Cook, citado en Saldivia Paredes, 2018; Panneso, citado en Saldivia Paredes, 2018). En consecuencia, cuando se lesionan los ligamentos colaterales o cruzados, que son los estabilizadores primarios de la rodilla, los estabilizadores secundarios como los meniscos, la cápsula articular, las fuerzas musculares y la geometría normal de la articulación, no son capaces de evitar de forma eficaz un movimiento axial anormal. Como consecuencia, a menudo aparecen lesiones secundarias en dichos estabilizadores, como los desgarros de menisco (Bojrab, citado en Saldivia Paredes, 2018; Slatter, citado en Saldivia Paredes, 2018).

Se ha de tener en cuenta que el modelo biomecánico activo, a diferencia del tradicional, además de tener en cuenta las fuerzas pasivas que ejercen los ligamentos, huesos y cápsula articular sobre la estabilidad de la rodilla, también tiene en cuenta las fuerzas activas que ejercen los músculos (Saldivia Paredes, 2018).

### 2.3. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

#### ETIOLOGÍA

El ligamento cruzado craneal o anterior es uno de los principales estabilizadores de la rodilla, y su función es impedir que la tibia se deslice en sentido craneodistal respecto al fémur cuando el animal se encuentra en estación y limitar la rotación medial durante la flexión. Así pues, tras la

rotura del LCA, se produce una traslación craneal de la tibia respecto a los cóndilos femorales cuando el animal carga peso sobre la extremidad, lo que conduce a la formación de osteoartritis (Saldivia Paredes, 2018; Nanda y Hans, 2019; Ferreira, Bom y Tavares, 2019; Méndez, et al., 2019).

La lesión en el LCA se puede presentar como rotura parcial o total y como una avulsión en el origen o en la inserción. En cualquier caso, puede producirse por diversas causas siendo la más común una rotura degenerativa progresiva por enfermedad del ligamento cruzado craneal, aunque también puede deberse a un traumatismo grave, una excesiva rotación interna de la rodilla o una hiperextensión accidental durante la marcha (Saldivia Paredes, 2018; Vérez-Fraguela, et al., 2016; Nanda y Hans, 2019; Berrío y Ochoa, 2009). No obstante, la etiopatogenia de esta patología es compleja y difícil de conocer, puesto que intervienen factores genéticos, ambientales y mecánicos (Nanda y Hans, 2019).

Los principales factores de riesgo que predisponen a los perros a padecer este tipo de patología ortopédica son: la vida sedentaria, el sobrepeso, las atrofas musculares, las enfermedades inmunomediadas y las enfermedades degenerativas articulares, que a su vez están relacionadas con la conformación anatómica de la extremidad, la edad y la raza (es más común en razas de piernas rectas como el Rottweiler, Chow Chow, Boxer, Bulldog, Mastín Napolitano, etc.) (Saldivia Paredes, 2018; Barneto Carmona, 2014; Berrío y Ochoa, 2009; Guerrero, 2016). Además, según afirman Ferreira, Bom y Tavares (2019), los perros medianos o grandes de más de 15 kg, suelen verse más afectados por la rotura del ligamento cruzado anterior que los perros pequeños de menos de 15 kg, teniendo en estos segundos mayor incidencia en edades avanzadas.

---

## SIGNOS CLÍNICOS

Los signos clínicos que se pueden apreciar en perros que padecen una rotura del LCA son: cojera aguda o crónica de grado variable, inflamación articular, dolor a la palpación especialmente en hiperextensión, cajón positivo, salto de Finochietto positivo cuando hay una lesión del menisco asociada, atrofia muscular, cambios osteoartríticos en el borde troclear e hipertrofia de la capsula articular y aumento del líquido sinovial en casos crónicos (Saldivia Paredes, 2018). Además, según describen Nanda y Hans (2019) la inflamación articular o sinovitis es un hallazgo clínico inicial que precede a la rotura del ligamento en el 85% de los casos.

Por otra parte, en las roturas parciales, es frecuente que el paciente sufra un episodio inicial de cojera la cual mejora con reposo y la administración de antiinflamatorios, y tras la recuperación casi completa, el paciente vuelve a cojear de forma más evidente.



---

## DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de la rotura del LCA se basa fundamentalmente en datos de la anamnesis, del examen clínico, que incluye la prueba del cajón anterior y la prueba de compresión tibial, y el examen radiológico (Vérez-Fraguela, et al., 2016). Además, tal y como afirman Berrío y Ochoa (2009), es necesario descartar otras patologías que podrían causar claudicación del miembro posterior como “luxación patelar, lesión del ligamento cruzado posterior, daño primario de menisco, osteoartritis, coagulopatías, osteosarcoma y sarcoma de células sinoviales”.

---

## ANAMNESIS

La rotura del LCA puede afectar a perros de cualquier raza y edad, aunque suele ser frecuente en perros jóvenes, activos y de talla grande, mientras que son poco frecuentes en la especie felina (Berrío y Ochoa, 2009).

Durante la anamnesis podemos encontrarnos ante tres tipos de pacientes:

- Animales que presentan una sutil cojera de la extremidad posterior, la cual aparece tras la realización de ejercicio y desaparece con el descanso, pero que en ningún momento impide la actividad. En este caso deberíamos sospechar de una rotura parcial del LCA, la cual en muchas ocasiones precede a la rotura total. No obstante, será necesario realizar una artrotomía o artroscopia previa a la cirugía de resolución para confirmar el diagnóstico (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Berrío y Ochoa, 2009).
- Animales que presentan una marcada cojera continua de apoyo, pero siguen siendo igualmente activos. En este caso deberíamos sospechar de una rotura completa del LCA sin afección del menisco medial (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Berrío y Ochoa, 2009).
- Animales en los que la cojera continua evoluciona a una cojera de no apoyo. En este caso deberíamos sospechar de que se ha producido una rotura del cuerno caudal del menisco medial, además de la rotura completa del LCA (Vérez-Fraguela, et al., 2016).

---

## EXAMEN CLÍNICO

El examen clínico de un animal en la consulta de traumatología debe empezar por la observación a distancia del animal, lo cual permite evaluar la condición general de la marcha, la conformación anatómica de las extremidades y su alineación, el grado de claudicación, la presencia de atrofia muscular o un desarrollo muscular anormal, signos de inflamación en la articulación y los tejidos blandos adyacentes y la presencia de posibles temblores (Berrío y Ochoa, 2009; Johnson, 2009).

A continuación, se procede a realizar un examen general del paciente para evaluar su estado de salud, y una exploración ortopédica sistemática y detallada. Dicha exploración ortopédica debe incluir: la palpación de las articulaciones, huesos y tejidos blandos de cada extremidad para detectar posibles anormalidades, como inflamación, nódulos, atrofia muscular, defectos congénitos, etc; la evaluación de su rango de movimiento y estabilidad, para lo cual será necesario movilizar todas las articulaciones; y la evaluación de las respuestas propioceptivas, para lo cual será necesario combinar la exploración ortopédica con la neurológica. Lo más recomendable es primero hacer una palpación individual de cada extremidad, y después una palpación simultánea de las dos extremidades anteriores y las dos posteriores. Además, también es preferible empezar siempre por una extremidad sana para evaluar el comportamiento normal del paciente ante la manipulación y la presión de la misma (Berrío y Ochoa, 2009; Johnson, 2009).

La exploración del miembro posterior, que es el que nos concierne en el presente trabajo, debe incluir la exploración de las almohadillas, articulaciones interfalangeanas, tarso, tibia, rodilla, rótula, ligamentos cruzados y colaterales, meniscos, fémur, cadera y pelvis. Para determinar si existe una rotura del ligamento cruzado anterior, será necesario realizar la prueba del cajón anterior o de compresión tibial, mientras que para evaluar si existe simultáneamente una rotura de meniscos, se debe extender y flexionar la rodilla esperando oír un chasquido, aunque no siempre se detecta (Johnson, 2009).

Se debe tener en cuenta que, en pacientes con una rotura crónica del ligamento cruzado anterior, se podrá apreciar atrofia en la extremidad posterior afectada, e incluso hipertrofia de las extremidades anteriores, y un engrosamiento del compartimento medial de la tibia proximal. Dicho engrosamiento, tiene consistencia de tejido óseo a la palpación, pero mediante radiografías se identifica claramente como tejido blando (Johnson, 2009).

#### PRUEBA DEL CAJÓN ANTERIOR

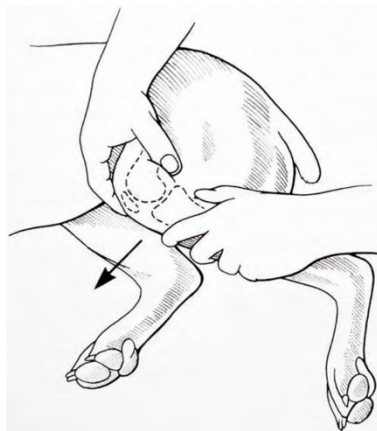
---

La prueba del cajón anterior nos permite evaluar la estabilidad de la rodilla y por tanto detectar posibles roturas del ligamento cruzado anterior. Se recomienda realizarla en ambas extremidades puesto que algunos animales pueden presentar rotura bilateral del LCA. Para ello, es necesario colocar al paciente en decúbito lateral con la rodilla en extensión, y poner el dedo pulgar de una mano sobre la fabela o sesamoideo lateral, el índice de la misma mano sobre la rótula y el resto de los dedos alrededor del muslo, mientras que el pulgar de la otra mano se debe colocar caudalmente a la cabeza del peroné, el dedo índice de la misma mano sobre la tuberosidad tibial y el resto de dedos alrededor de la diáfisis de la tibia. A continuación, fijando

con la primera mano el fémur, se intenta movilizar la tibia hacia craneal (figura 1) (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Schulz, 2008). Además, también se puede realizar con la rodilla flexionada en 90° y con la angulación normal de la misma en estación (Schulz, 2008). Se considera que la prueba del cajón anterior es positiva cuando se evidencia un movimiento excesivo en sentido craneocaudal de la tibia respecto al fémur, el cual Schulz (2008) cuantifica como un movimiento de 0 a 2 mm superior respecto al movimiento presente en la articulación normal.

No obstante, en perros jóvenes existe cierta laxitud en la articulación que podría confundirse con un cajón positivo, puesto que poseen un desplazamiento craneocaudal que puede llegar a ser mayor de 4 – 5 mm, pero en estos el movimiento se para bruscamente cuando se desplaza la tibia hacia craneal (Schulz, 2008).

Debemos tener en cuenta que, en pacientes excesivamente nerviosos, puede ser necesario recurrir a la sedación o anestesia general para que el cirujano pueda evaluar correctamente la estabilidad de la rodilla, puesto que la acción muscular podría falsear la prueba del cajón y el test de compresión tibial (Vérez-Fraguela, et al., 2016).



**Figura 1 Prueba de movimiento de cajón, de “CES Medicina Veterinaria y Zootécnica” en TPLO – Tibial plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs (Berrío Betancur, A. M, Ochoa Vélez, J. J, 2009, p. 163).**

Además, en razas grandes con gran potencia muscular, puede resultar dificultoso realizar la prueba del cajón, por lo que en estos casos se puede recurrir a la prueba de compresión de la tuberosidad tibial, aunque la seguridad diagnóstica de la misma es menor. (Vérez-Fraguela, et al., 2016).

## PRUEBA DE COMPRESIÓN TIBIAL

---

La prueba de compresión tibial se realiza con el paciente en estación o en decúbito lateral. En cualquier caso, se debe sujetar la superficie craneal del cuádriceps distal con la mano, de forma que el dedo índice se coloque por encima de la rótula quedando la punta del mismo sobre la cresta tibial, y con la otra mano, se sujeta la región metatarsiana por la superficie plantar. A continuación, se coloca la extremidad en extensión moderada, y a la vez que una mano flexiona el tarso, la otra impide la flexión de la rodilla (figura 2). Se considera que la prueba de compresión tibial es negativa cuando la mano superior siente una presión que se ejerce desde la rótula, mientras que se considera positiva cuando se evidencia un movimiento craneal de la tibia respecto al fémur, es decir, cuando la cresta tibial se mueve hacia adelante (Schulz, 2008).

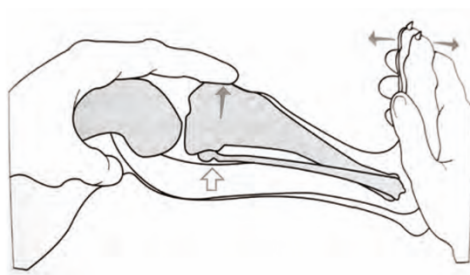


Figura 2 Test de compresión tibial, de “CES Medicina Veterinaria y Zootécnica” en TPLO – Tibial plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs (Berrío Betancur, A. M, Ochoa Vélez, J. J, 2009, p. 163).

Esta prueba se puede repetir con distintos grados de flexión para comprobar la existencia de una rotura parcial del ligamento cruzado anterior (Schulz, 2008).

---

## DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

La toma de imágenes radiográficas es de ayuda a la hora de establecer un diagnóstico presuntivo, puesto que permite descartar otras causas de claudicación como roturas del hueso u anomalías en los tejidos adyacentes. Además, se recomienda realizar un examen radiológico de la pelvis, debido a la frecuencia de coxartrosis grave en la cadera contralateral a la extremidad afectada por la rotura del LCA. Debemos tener en cuenta que la radiografía no nos permitirá ver la rotura del ligamento en sí, sino que para ello debemos recurrir a otras técnicas de diagnóstico por imagen (Barneto Carmona, 2014; Berrío y Ochoa, 2009; Vérez-Fraguela, et al., 2016).

Por una parte, la artrotomía y la artroscopia nos permiten evaluar la integridad del ligamento cruzado anterior, así como la de los meniscos y el cartílago articular, por lo que en ocasiones se realizan justo antes de proceder a realizar cirugía de resolución para confirmar el diagnóstico (Barneto Carmona, 2014; Berrío y Ochoa, 2009). Otra técnica que podemos utilizar es la resonancia magnética, la cual nos permite establecer un diagnóstico definitivo, pero debido a su alto coste, su utilización no es común (Barneto Carmona, 2014; Berrío y Ochoa, 2009). Por otro lado, la utilización de ecografía para detectar lesiones a este nivel no resulta útil, debido a la alta dificultad de obtención de imágenes para visualizar las estructuras (Berrío y Ochoa, 2009).

En cualquier caso, se sabe que en las placas radiográficas se pueden apreciar algunos cambios radiológicos que se pueden asociar a la rotura del LCA. El primer cambio radiológico que podemos observar es la efusión, la cual puede preceder incluso a la cojera y la inestabilidad clínica de la articulación. Posteriormente, en las siguientes tres semanas, se empiezan a formar los osteofitos alrededor de la tróclea femoral, y en la porción proximal y distal de la rótula. Más tarde, según progresa la enfermedad degenerativa, los osteofitos se empiezan a observar también alrededor de la tibia proximal. Finalmente, puede aparecer la esclerosis subcondral y la calcificación de los meniscos y ligamentos (Moore, Weeren y Paek, 2018).

---

## TRATAMIENTO

El tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior es fundamentalmente quirúrgico, y tiene dos grandes objetivos: recuperar completamente la funcionalidad de la rodilla al neutralizar la fuerza de cizallamiento tibiofemoral, lo que permite reestablecer la estabilidad de la articulación durante la marcha, y desacelerar la degeneración articular (Nanda y Hans, 2019; Berrío y Ochoa, 2009; Ferreira, Bom y Tavares, 2019).

Las técnicas que se pueden utilizar se pueden dividir en tres grandes grupos (Barneto Carmona, 2014; Berrío y Ochoa, 2009):

- Técnicas extracapsulares. Su objetivo es reemplazar el LCA dañado mediante implantes autólogos o materiales sintéticos. Dentro de este grupo encontramos (Vérez-Fraguela, et al., 2016):
  - Transposición de la cabeza del peroné en sentido craneal.
- Técnicas intracapsulares. Su objetivo es restablecer la estabilidad de la rodilla mediante la utilización de suturas que se colocan alrededor de la articulación para que reemplacen la función del LCA. Dentro de este grupo encontramos (Vérez-Fraguela, et al., 2016):

- Reemplazo del ligamento con prótesis (hilo no reabsorbible): técnica de Westhues.
- Artrotomía y desbridamiento quirúrgico sin reemplazo del ligamento.
- Reemplazo del ligamento con colgajo aponeurótico de la fascia lata.
- Técnica de imbricación lateral del retináculo.
- Reemplazo del ligamento con aponeurosis y colgajo del ligamento rotuliano, con o sin parte de la rótula (técnica over the top).
- Técnicas modificadoras de la biomecánica de la rodilla u osteotomías correctoras. Su objetivo es modificar la biomecánica de la rodilla para evitar la traslación craneal de la tibia durante la marcha. Dentro de este grupo encontramos (Vérez-Fraguela, et al., 2016; Berrío y Ochoa, 2009):
  - Avance de la tuberosidad tibial o TTA.
  - Osteotomía niveladora de la meseta tibial o TPLO.
  - Osteotomía tibial craneal en cuña o CTWO.
  - Osteotomía tibial triple.

Debemos tener en cuenta que algunos autores defienden la utilización de métodos conservadores en perros de pequeño tamaño (menos de 10 – 15kg), los cuales consisten en la administración de antiinflamatorios y la restricción de movilidad. No obstante, este tipo de tratamiento no restablece la estabilidad de la rodilla, por lo que la enfermedad degenerativa articular sigue avanzando e incluso se puede promover la rotura del ligamento cruzado anterior de la extremidad contralateral (Berrío y Ochoa, 2009; Ferreira, Bom y Tavares, 2019).

---

## EPIDEMIOLOGÍA

Según un estudio realizado por Engdahl, et al. (2021) en Suecia, con más de 600.000 perros asegurados en Agria Pet Insurance, la tasa de incidencia de la rotura del ligamento cruzado es del 23'8 casos por cada 10.000 pacientes (0'238%), con un intervalo de confianza del 95% (23'1 – 24'6), y la media de edad a la que los pacientes acuden a consulta es de 7'1 años (rango de 0'3 – 16'0 años). Además, dicho estudio ha determinado que las razas con mayor riesgo relativo a padecer esta enfermedad son el Boerboel y el Dogo Canario, mientras que las razas con menor riesgo relativo son el Teckel estándar y el Pincher minatura. Así mismo, se ha observado una mayor predisposición de padecer una enfermedad del ligamento cruzado anterior en pacientes de mediana y avanzada edad, hembras y perros castrados (Engdahl, et al., 2021).

### 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La rotura del ligamento cruzado anterior tiene una alta incidencia en la especie canina, por lo que es frecuente que un especialista en traumatología veterinaria se encuentre con numerosos pacientes que requieren un tratamiento quirúrgico para la resolución de esta. Para ello, el cirujano debe disponer de criterios objetivos que le permitan decidir cual de las numerosas técnicas disponibles utilizar en cada paciente.

Por esta razón, y como consecuencia de mi elevado interés en la materia de la cirugía y la traumatología veterinaria, se decide realizar el presente Trabajo de Fin de Grado, con el objetivo de recopilar información sobre las teorías biomecánicas que apoyan al avance de la tuberosidad tibial y la osteotomía modificadora de la meseta tibial, la técnica utilizada para llevar a cabo ambas cirugías, y la comparación de estas para determinar en que casos están más recomendadas.

### 4. METODOLOGÍA

Las fuentes de información que se han utilizado para realizar la presente búsqueda bibliográfica, proceden fundamentalmente de bases de datos como PubMed, Alcorze y Google Scholar. A partir de estas, se han extraído principalmente artículos en inglés publicados en los últimos 10 - 12 años, para que la información fuese lo más actual posible. Además, también se han consultado tesis doctorales, y libros de anatomía, cirugía y ortopedia veterinaria.

Para la búsqueda, se han utilizado palabras clave como: TPLO, TTA, cranial ligament rupture canine, tibial plateau leveling osteotomy, tibial tuberosity advancement, ligament injuries, veterinary orthopedics, cruciate ligament surgery, etc.

Finalmente, toda la información ha sido debidamente referenciada en la bibliografía y citada en el texto, siguiendo la normativa del sistema Harvard.

### 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la biomecánica de la rodilla ha resultado ser muy importante para el desarrollo de las distintas técnicas que permiten resolver la rotura del ligamento cruzado anterior (Vérez-Fraguela et al., 2016). A continuación, se procede a la descripción y comparación de dos de las técnicas más utilizadas para la resolución de esta frecuente patología, incidiendo en la base biomecánica sobre la que se han desarrollado.

## 5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS

### TPLO O TIBIAL PLATEAU LEVELING OSTEOTOMY

La osteotomía niveladora de la meseta tibial es una técnica quirúrgica que ha demostrado unos resultados clínicos excepcionales y repetitivos en comparación con otras técnicas, puesto que permite una rápida recuperación, un retorno temprano a la actividad atlética que tenía el animal antes de la lesión y reduce el avance de la osteoartritis. Por estas razones, se ha convertido en los últimos años en la opción de tratamiento preferida por muchos cirujanos (Nanda y Hans, 2019; Berrío y Ochoa, 2009).

Al contrario que otras técnicas, la TPLO no se basa en la reparación del ligamento cruzado anterior, sino en la modificación de la biomecánica de la rodilla (Berrío y Ochoa, 2009).

### BASE BIOMECÁNICA DE LA TÉCNICA

El modelo biomecánico tradicional consideraba únicamente los elementos estructurales de la rodilla para mantener la estabilidad de la articulación, es decir, solo tenía en cuenta la funcionalidad de los ligamentos, huesos y cápsula articular. Por tanto, este modelo conseguía explicar el desplazamiento craneal de la tibia ante la rotura del LCA e incluso la rotura del mismo tras una hiperextensión de la rodilla, pero no podía explicar la rotura parcial o completa sin que hubiese una hiperextensión, traumatismo grave o enfermedad degenerativa. Por esta razón, Slocum aportó un modelo biomecánico activo de la rodilla, que expandía al modelo tradicional e implicaba a las fuerzas generadas por los músculos y la carga del peso (Martí, 2016). Además, según explican Nanda y Hans, Slocum explicó que: “la magnitud de la fuerza de cizallamiento tibiofemoral depende de la magnitud de la fuerza de compresión articular y del ángulo de la meseta tibial” (Nanda y Hans, 2019, p. 250). Esto se debe a que la meseta tibial no es perpendicular al eje funcional de la tibia, sino que tiene una cierta angulación, por lo que la fuerza transmitida entre el fémur y la tibia origina una fuerza en dirección caudocraneal (fuerza de cizallamiento o empuje tibial craneal) que debe ser contrarrestada (Berrío y Ochoa, 2009).

Así pues, en una rodilla íntegra existen varios elementos que se oponen a la fuerza de cizallamiento, como los músculos flexores, el ligamento cruzado anterior y el menisco medial. Sin embargo, en una rodilla que ha sufrido una rotura del LCA, los músculos y el menisco no son capaces de oponerse a dicha fuerza, y se produce la traslación tibial craneal durante la marcha (Nanda y Hans, 2019).



Teniendo en cuenta esto, se dedujo que reduciendo el ángulo de la meseta tibial se podía eliminar dicha traslación craneal de la tibia cuando esta se sometía a la fuerza de compresión articular típica de la marcha, puesto que por una parte disminuye la fuerza de cizallamiento (figura 3) y por otra mejora la capacidad de los músculos flexores para oponerse a dicha fuerza residual (Nanda y Hans, 2019). A partir de esto, Slocum desarrolló la técnica TPLO que consistía en realizar una osteotomía radial centrada en la eminencia intercondilar tibial para rotar la meseta tibial y disminuir el ángulo de dicha meseta a  $5^\circ$ , y posteriormente se colocaba una placa ósea para mantener la meseta tibial en la posición deseada durante el proceso de curación (Nanda y Hans, 2019).

Posteriormente, diversos estudios han afirmado que la neutralización de la fuerza de cizallamiento se produce cuando el ángulo de la meseta tibial es de  $6.5^\circ$ , aunque se han obtenido buenos resultados clínicos con ángulos de entre  $0^\circ$  y  $14^\circ$ . En cualquier caso, es importante ceñirse a estos grados de angulación, ya que una rotación excesiva de la meseta tibial podría crear demasiada tensión en el ligamento cruzado posterior o caudal y terminar causando su lesión (Nanda y Hans, 2019).

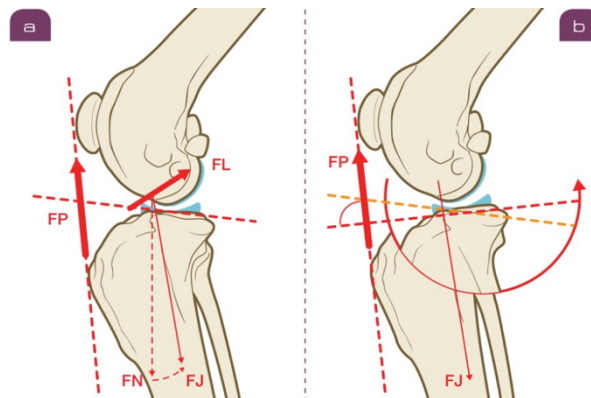


Figura 3 Esquemas en los que se visualizan las distintas fuerzas que actúan sobre la rodilla antes (a) y después (b) de llevar a cabo la TPLO, de “Patologías ortopédicas en la rodilla” en Técnica quirúrgica para el avance de la tuberosidad tibial (Guerrero, T. G., 2016, p. 113).

## AVANCES DEL PROCEDIMIENTO

Durante los últimos 20 años la TPLO ha sido uno de los procedimientos más investigados en medicina veterinaria, lo que ha conllevado múltiples cambios para reducir las complicaciones y mejorar la planificación y la eficacia de la técnica. Uno de los cambios más importantes ha sido la sustitución de las placas y tornillos de compresión, por placas y tornillos de bloqueo precontorneados (Nanda y Hans, 2019).

Las placas y tornillos de compresión tradicionales estabilizan la osteotomía mediante la fricción que se genera entre el hueso y la placa al atornillarla. Sin embargo, dicha estabilidad es difícil de conseguir en huesos esponjosos blandos como la tibia proximal, lo que termina desencadenando en una pérdida de estabilidad y una pérdida de la reducción de la osteotomía, por lo que finalmente no se podrán neutralizar las fuerzas de cizallamiento tibiofemoral (Nanda y Hans, 2019).

Por lo contrario, las placas y tornillos de bloqueo precontorneados estabilizan la osteotomía de forma conjunta, ya que cada tornillo se bloquea en la placa, de forma que la resistencia de esta estructura es equivalente a la suma de todas las interfaces entre el tornillo y el hueso. Esto impide el aflojamiento de los tornillos con la derivada pérdida de estabilidad de la osteotomía, por lo que son unos implantes especialmente ventajosos en huesos esponjosos y blandos como la tibia proximal. Además, ofrecen otras ventajas ya que resisten mejor las fuerzas de flexión, preservan más la irrigación sanguínea del periostio y reducen el riesgo de la colocación de tornillos intraarticulares gracias a la angulación de los agujeros de la placa (Nanda y Hans, 2019).

También se ha descrito que la utilización de placas y tornillos tradicionales puede producir micromovimientos en la osteotomía, que aunque no modifiquen de forma significativa el ángulo de la meseta tibial, pueden aumentar la tasa de infección de la zona quirúrgica, sobre todo en razas grandes y gigantes, mientras que cuando se utilizan placas óseas con bloqueo no aparecen estas complicaciones (Nanda y Hans, 2019).

Actualmente, numerosos fabricantes ofrecen al mercado placas de bloqueo para TPLO con diferentes tamaños de tornillo (desde 2.0 mm a 3.5 mm) e incluso placas más anchas para razas grandes y gigantes (Nanda y Hans, 2019).

Otro de los cambios que ha contribuido a mejorar la eficacia del procedimiento y reducir las complicaciones clínicas ha sido la utilización de programas informáticos, que permiten planificar desde el tamaño de sierra radial que se debe utilizar, hasta establecer los puntos de referencia para centrar la osteotomía en la eminencia intercondilar tibial. Cabe destacar la especial importancia de centrar la osteotomía, ya que cualquier desviación del eje largo impediría conseguir un ángulo de la meseta tibial adecuado, y podría predisponer al paciente a sufrir una fractura de la tuberosidad tibial (Nanda y Hans, 2019).

Las recomendaciones que se añaden son mantener una anchura de la tuberosidad tibial de 1 cm, evitar que la parte más estrecha de la tuberosidad se encuentre distal a la inserción del

ligamento rotuliano y colocar clavos antirrotativos cerca de la inserción de dicho ligamento para reducir el riesgo de complicaciones (Nanda y Hans, 2019).

## SELECCIÓN DE PACIENTES

La incidencia de rotura del ligamento cruzado anterior es alta en perros de razas medianas y grandes, por lo que existen numerosos informes que describen los resultados de la TPLO para su resolución. Esto ha inspirado a muchos cirujanos para utilizar este procedimiento en cualquier perro con rotura del LCA, independientemente de su edad y tamaño, y esto es posible gracias a la disponibilidad en el mercado de distintos tamaños de implantes y hojas de sierra radiales (alcanzan de los 12 mm a los 30 mm) (Nanda y Hans, 2019; Berrío y Ochoa, 2009). No obstante, algunos autores como Odders, Jessen y Lipowitz (citado en Berrío y Ochoa, 2009) consideran que este procedimiento está contraindicado en pacientes de menos de 9 meses por el posible daño que puede originar la osteotomía en la línea fisaria proximal de la tibia.

Además, se ha demostrado una baja tasa de complicaciones en perros de razas pequeñas, que suelen tener un ángulo de la meseta tibial demasiado elevado. De hecho, se considera que la TPLO es el tratamiento ideal para este tipo de pacientes, puesto que con el avance de la tuberosidad tibial (TTA) puede ser más complicado neutralizar las fuerzas de cizallamiento tibiofemoral (Nanda y Hans, 2019).

Por otra parte, esta técnica permite que los animales retornen completamente a la función atlética que tenían previamente a la lesión, por lo que ofrece un mejor pronóstico de retorno a la actividad en perros de trabajo y de agilidad (Nanda y Hans, 2019).

Generalmente, los perros con rotura bilateral del LCA se tratan con cirugías de TPLO escalonadas con intervalos de 4 – 8 semanas, pero otra opción es abordar ambas rodillas en una única sesión. Actualmente, existen informes contradictorios que comparan las complicaciones postoperatorias de las cirugías bilaterales y las unilaterales escalonadas, aunque algunos autores afirman no haber experimentado un aumento de la tasa de complicaciones en sus pacientes (perros de menos de 30 kg con una condición corporal adecuada, cuyos propietarios están conformes). De hecho, la satisfacción de los propietarios es alta ya que permite que su mascota recupere la funcionalidad de forma más temprana e implica un ahorro económico notable (Nanda y Hans, 2019).

Al margen de las consideraciones clínicas que debe tomar el veterinario a la hora de elegir a los pacientes adecuados para esta técnica (factores individuales del paciente y resultados clínicos

previstos), los propietarios van a tener en cuenta el precio del tratamiento de TPLO en comparación a otras opciones quirúrgicas. En este sentido, cabe destacar que la realización de esta técnica requiere el trabajo de cirujanos veterinarios cualificados, la utilización de materiales especializados y la estancia en centros donde se puedan llevar a cabo los cuidados perioperatorios requeridos (Nanda y Hans, 2019). Todo esto hace que una TPLO tenga un precio que podría ser limitante para algunos propietarios.

---

## ESTUDIO RADIOGRÁFICO PREOPERATORIO

Previamente a la realización de la cirugía, es necesario hacer un estudio radiográfico bajo sedación que permita tomar las mediciones necesarias, como el tamaño de sierra birradial que se necesita, el ángulo de la meseta tibial y el ángulo de rotación de la meseta. Para ello se requieren al menos una radiografía mediolateral y otra anteroposterior o posteroanterior de las dos extremidades posteriores (Berrío y Ochoa, 2009).

En cuanto a la radiografía anteroposterior o posteroanterior, es necesario que abarque desde el tercio distal del fémur hasta la articulación tibiotarsal y que la rótula se encuentre centrada. Esta proyección se utiliza para evaluar posibles deformidades en la tibia (Berrío y Ochoa, 2009).

En cuanto a la radiografía mediolateral, es necesario que se visualice el tercio distal del fémur con los cóndilos superpuestos (se permite una desalineación máxima de 2 mm entre ellos), toda la tibia, y la articulación del tarso con los bordes trocleares del talus alineados. Además, la rodilla se debe encontrar flexionada a 90° (Berrío y Ochoa, 2009).

Para evaluar el ángulo de la meseta tibial es necesario trazar tres líneas en la radiografía mediolateral (figura 4) (Berrío y Ochoa, 2009):

- La primera línea que se debe trazar se corresponde al eje funcional, el cual alcanza desde el centro de la eminencia intercondilea del plato tibial hasta el centro de la tróclea del talus. Este eje es el que define la dirección que tiene la fuerza de compresión en la tibia.
- La segunda línea que se debe trazar se corresponde a la dirección del plato tibial, que alcanza desde el extremo craneal del cóndilo medial, hasta el punto de inserción del ligamento cruzado posterior.
- La tercera línea se traza perpendicularmente al eje funcional de la tibia.

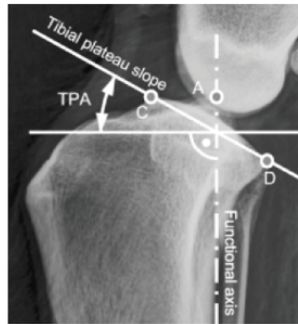


Figura 4 Estudio radiográfico para TPLO, de “CES Medicina Veterinaria y Zootécnica” en TPLO – Tibial plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs (Berrío Betancur, A. M, Ochoa Vélez, J. J, 2009, p. 164).

Así pues, el ángulo formado entre el plato tibial y la línea perpendicular al eje funcional de la tibia es lo que denominamos ángulo de la meseta tibial, y es lo que se pretende cambiar mediante la TPLO (Berrío y Ochoa, 2009). Este ángulo varía notablemente entre individuos e incluso en el mismo individuo dependiendo del cirujano que realice la medida, pero en general puede variar entre los 15° y 65°, siendo lo más común entre 23'5° y 27° ± 5° (Berrío y Ochoa, 2009).

#### DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Según describen Martí (2016), y Berrío y Ochoa (2009) los pasos a seguir durante la cirugía de TPLO serían los siguientes:

1. Para empezar la TPLO se requiere abordar la epífisis proximal de la tibia por el lado medial de la extremidad. Así pues, inicialmente se coloca al paciente en decúbito lateral con la extremidad en abducción y se incide la piel desde el extremo distal del fémur hasta el extremo proximal de la tibia, pasando por encima del epicóndilo medial del fémur.
2. A continuación, se corta la fascia, se desinserta el vientre caudal del músculo sartorio, y se desplaza hacia la zona caudal para poder identificar el ligamento colateral medial, la inserción del músculo poplíteo y la inserción de la porción craneal y caudal del músculo semimembranoso.
3. Se amplía caudalmente la disección hasta exponer la inserción del músculo gracilis y semitendinoso, y posteriormente se desinsertan junto con el músculo sartorio. En este momento, se podrá observar la totalidad de la inserción del músculo poplíteo en el borde medial de la tibia.
4. Tras la sección de la inserción del músculo poplíteo en el borde medial de la tibia, se visualiza el borde medial y la cara caudal del extremo proximal de la tibia.

5. Alcanzado este punto se debe confirmar el diagnóstico preoperatorio mediante la evaluación del LCA y los meniscos, ya que en caso de que el menisco medial esté totalmente roto también se recomienda realizar una menisectomía medial parcial.
6. Seguidamente, con el objetivo de delimitar el borde del cóndilo medial de la tibia, se inserta una aguja hipodérmica en la articulación.
7. A continuación, se fija la plantilla guía en la parte proximal y medial de la tibia, la cual nos permitirá mantener alineados los huesos durante la cirugía y tras la osteotomía facilitará la posterior rotación de la meseta tibial.
8. Con ayuda de un cauterio se marca un punto craneal y proximal sobre el área de la almohadilla grasa y otro punto caudal y distal sobre las fibras distales del ligamento colateral medial, los cuales se tomarán de referencia para apoyar la sierra birradial e iniciar la osteotomía.
9. Se realiza la osteotomía perpendicularmente al eje longitudinal y a la cortical medial de la tibia.
10. Teniendo en cuenta las medidas calculadas preoperatoriamente en función del ángulo de meseta tibial deseado, se hacen dos marcas a cada lado de la osteotomía para saber hasta que punto se debe rotar, se coloca un clavo y se procede a la rotación del fragmento de TPLO hasta que coincidan ambas marcas.
11. Se asegura la posición del fragmento de TPLO mediante una aguja de Kirschner, clavo de Steinmann y/o una pinza de reducción y se comprueba la desaparición de la traslación craneal de la tibia antes de colocar la placa.
12. Se coloca la placa de TPLO en la posición correcta, tres tornillos distales y uno proximal, y se vuelve a comprobar la alineación y estabilidad de la rodilla.
13. Finalmente, se terminan de colocar los tornillos, se retira la aguja de Kirschner, clavo de Steinmann y/o la pinza de reducción y se cierra la herida por capas.

Debemos tener en cuenta que existe cierta controversia relacionada con la necesidad de realizar una exploración quirúrgica de la rodilla para valorar el estado de los meniscos. Algunos autores apoyan la necesidad de realizar una artrotomía completa para llevar a cabo un lavado articular, desbridamiento de los restos de LCA, eliminación de los osteofitos superficiales y evaluación de los meniscos; mientras que otros autores defienden que no existe ninguna necesidad de abrir la capsula articular (Martí, 2016).

## CUIDADOS POSTOPERATORIOS

Normalmente, durante los tres primeros meses tras la cirugía, y hasta que radiológicamente se evidencie la osificación completa, lo cual ocurre antes en los perros jóvenes, los animales deben permanecer en reposo, pudiendo realizar únicamente ejercicio controlado, de forma que es esencial realizar los paseos atados con correa, impedir que suban y bajen escaleras, evitar saltos al sofá o cama... No obstante, debemos tener en cuenta que entre los 3 días y las 3 semanas post-cirugía el paciente empezará a apoyar los dedos en el suelo (Martí, 2016; Gálvez Torralba, 2019; Berrío y Ochoa, 2009).

Por lo general, 4, 8 y 12 semanas después de la cirugía se realiza un control radiológico, y será en este último cuando se de el alta al animal y se pauten un periodo de rehabilitación para recuperar la musculatura de la extremidad afectada, puesto que es frecuente la atrofia muscular tras la cirugía. En este sentido, se recomienda la hidroterapia, ya que algunos estudios como el de Monk, Preston y McGowan (citado en Berrío y Ochoa, 2009) demuestran que esta técnica de rehabilitación es más beneficiosa que las terapias tradicionales que se hacen en casa, y que además la fisioterapia intensiva mejora el rango de movimiento de la rodilla.

No obstante, debemos tener en cuenta que todos estos periodos son orientativos y pueden sufrir ligeras variaciones dependiendo de la evolución individual de cada animal, de forma que el veterinario es el responsable de prolongarlos en caso de ser necesario (Martí, 2016).

El éxito de la TPLO se evalúa mediante 5 criterios (Martí, 2016; Berrío y Ochoa, 2009):

1. En las 12 primeras semanas, el animal debe ser capaz de flexionar totalmente la rodilla, para lo cual deberá sentarse en cuclillas apoyando todo el peso sobre el tarso. No obstante, en pacientes que tengan una lesión crónica este periodo podría verse ligeramente aumentado.
2. A las 12 semanas debe haber remitido toda la inflamación de la rodilla, lo cual se evalúa por palpación.
3. Entre las 12 y 16 semanas, el animal debe retornar a su actividad normal. De hecho, se calcula que el 95% de los pacientes sometidos a la TPLO recuperan el funcionamiento normal de la extremidad afectada y consiguen retomar su actividad atlética previa entre los 4 y 6 meses.
4. Entre las 12 y 16 semanas, el animal debe conseguir un desarrollo muscular completo de la extremidad afectada. Esto se evalúa comparando la circunferencia de la extremidad afectada con la de la extremidad no afectada.

5. La osteoartritis no debe seguir progresando.

Debemos tener en cuenta que la TPLO no elimina el cajón anterior, por lo que no lo podemos utilizar como criterio para evaluar el éxito de la cirugía, lo que elimina es la traslación craneal de la tibia cuando el animal apoya su peso sobre la extremidad (Martí, 2016).

## COMPLICACIONES

- Infección. Actualmente es una complicación poco frecuente, que se puede prevenir administrando antibioterapia pre y postoperatoria de amplio espectro. Es importante evitarla, puesto que cuando la infección y la inflamación se instauran, pueden desencadenar un deterioro del cartílago articular y fibrosis periarticular (Berrío y Ochoa, 2009).
- Osteomielitis postraumática. Se puede deber a una diseminación de microorganismos patógenos por vía sanguínea o bien a la migración de los mismos desde los tejidos blandos si estos han sufrido una infección (Berrío y Ochoa, 2009).
- Reacciones y formación de neoplasias asociadas al implante (Berrío y Ochoa, 2009).
- Cicatrización retardada. Se asocia principalmente al no cumplimiento de la restricción de movilidad física durante el periodo de recuperación, aunque también se puede deber a la administración de fármacos como corticoesteroides y quimioterapéuticos (Berrío y Ochoa, 2009).
- Rotura de menisco. Debido al riesgo de aparición de lesiones, principalmente en el menisco medial, algunos autores recomendaban realizar una liberación meniscal profiláctica durante la cirugía, la cual consiste en cortar todo el espesor del menisco para separar el tercio caudal de los dos tercios craneales, permitiendo que la porción caudal se mueva junto al cóndilo femoral medial, lo que disminuye la posibilidad de pinzamiento y aplastamiento. No obstante, diversos estudios han demostrado que realizar este procedimiento tiene efectos negativos sobre el cartílago articular, por lo que actualmente no se suele utilizar (Martí, 2016).
- Complicaciones asociadas a un incorrecto posicionamiento de la osteotomía (Berrío y Ochoa, 2009):
  - Adelgazamiento excesivo de la tuberosidad tibial.
  - Rotura de la tuberosidad tibial.
  - Adelgazamiento excesivo del lugar de inserción del ligamento rotuliano.
  - Desmitis del ligamento rotuliano.
  - Rotura del ligamento rotuliano.



- Aumento de la fuerza compresiva en el lugar de la osteotomía, lo cual puede conllevar un fracaso del implante, cicatrización retardada y rotura proximal del peroné.
- Desviación del eje funcional de la tibia en valgo o varo.
- Luxación rotuliana.
- Hemorragia intraoperatoria. Es una complicación poco frecuente que se debe a lesiones en la vascularización, que si comprometen más de una rama vascular, pueden llegar a ser profusas y difíciles de controlar. Normalmente este daño se produce durante la manipulación de la musculatura periarticular o durante la realización de la osteotomía con la sierra birradial (Berrío y Ochoa, 2009).

Debemos tener en cuenta que la aparición de complicaciones muchas veces va relacionada con la experiencia del cirujano, ya que estas se reducen notablemente cuando el procedimiento se realiza bajo condiciones de asepsia, se manipulan correctamente los tejidos y se aplican los principios de fijación interna y biomecánica (Berrío y Ochoa, 2009).

---

#### TTA O AVANCE DE LA TUBEROSIDAD TIBIAL

El avance de la tuberosidad tibial es una técnica quirúrgica que busca modificar la biomecánica de la rodilla para neutralizar las fuerzas de cizallamiento que producen la traslación craneal de la tibia durante la marcha (Guerrero, 2016; Ferreira, Bom y Tavares, 2019).

---

#### BASE BIOMECÁNICA DE LA TÉCNICA

Según postulan diferentes teorías biomecánicas, en la rodilla canina y humana normal, la fuerza articular resultante durante la marcha es paralela al eje longitudinal del ligamento rotuliano. Así pues, cuando el ángulo existente entre la meseta tibial y dicho ligamento es de 90°, durante el apoyo de la extremidad, el ligamento cruzado anterior es capaz de mantener la estabilidad de la articulación, y no existe ninguna fuerza de cizallamiento en la fuerza total de la articulación, por lo que tampoco hay ninguna tensión sobre los ligamentos cruzados que pueda comprometerlos (Guerrero, 2016).

Sin embargo, cuando dicho ángulo es mayor de 90°, se generan una serie de fuerzas que resultan en un empuje craneal de la tibia que sobrecarga al ligamento cruzado anterior (Guerrero, 2016).

Teniendo en cuenta esto, el avance de la tuberosidad tibial pretende modificar las fuerzas tibiofemorales de cizallamiento cambiando la geometría de la articulación (figura 5),

concretamente modificando la posición de la tuberosidad tibial para conseguir un ángulo de 90° entre la meseta tibial y el ligamento rotuliano (Guerrero, 2016; Lafaver, et al., 2008).

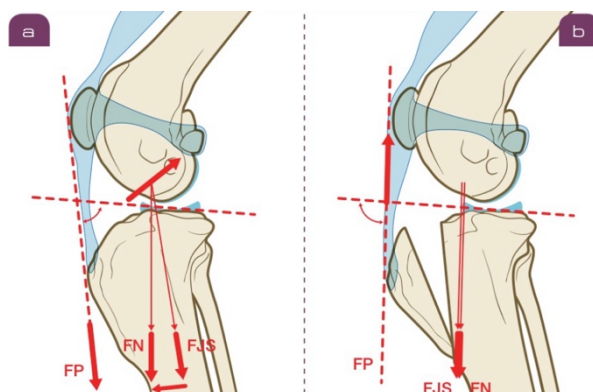


Figura 5 Esquemas en los que se visualizan las distintas fuerzas que actúan sobre la rodilla antes (a) y después (b) de llevar a cabo la TTA, de “Patologías ortopédicas en la rodilla” en Técnica quirúrgica para el avance de la tuberosidad tibial (Guerrero, T. G., 2016, p. 113).

## AVANCES DEL PROCEDIMIENTO

La técnica del avance de la tuberosidad tibial fue descrita por Montavon, Damur y Tepic en 2002. Posteriormente, a partir del año 2004 se empezaron a publicar modificaciones de esta técnica y de los implantes utilizados, surgiendo así la TTA Modificada, TTA Rapid, TTA Porous, TTA Durall, TTA Seguros, TTA CF, etc (Castañón, 2015). A continuación, se describen muy brevemente algunas de ellas:

La TTA modificada es una variante de la técnica original que consigue el avance de la tuberosidad tibial mediante la colocación de una caja espaciadora que posee un orificio central, y un tornillo TDF de acero, el cual se coloca en dirección craneocaudal en la tuberosidad tibial, siendo este el responsable de producir el avance necesario. Sin embargo, esta técnica no está recomendada en pacientes de talla muy grande, con deformidades angulares en las extremidades posteriores y con un ángulo de la meseta tibial superior a 27° (Castañón, 2015).

La TTA Rapid consigue este mismo avance mediante una osteotomía parcial de la cresta tibial, que está limitada por un agujero de perforación en la parte distal de la cresta tibial, el cual se denomina agujero de Maquet, y la colocación de una cuña porosa que dispone de diversas aletas para fijarla mediante tornillos (Castañón, 2015).

La TTA Porous es muy similar a la técnica anterior, pero en este caso se utiliza una cuña muy porosa que favorece la revascularización y formación de hueso, pero no dispone de aletas para fijarla, sino que se utiliza una placa en forma de L para sujetar las dos partes de la osteotomía de la tibia con la cuña en su interior (Castañón, 2015).

La TTA Durall utiliza una caja espaciadora de acero inoxidable, y una placa especial compuesta por un brazo craneal y uno caudal perforados, una base que los une, y un brazo proximal con dos pequeñas pestañas perpendiculares. Esta es la única técnica de las descritas que sigue manteniendo una osteotomía completa de la tuberosidad tibial (Castañón, 2015).

---

## SELECCIÓN DE PACIENTES

Existen varios factores que deben considerarse a la hora de elegir la técnica de TTA para la resolución de la rotura del ligamento cruzado anterior: el punto de inserción del ligamento rotuliano, el ángulo de la meseta tibial, la presencia o ausencia de deformidades angulares y torsión de las extremidades, la presencia o ausencia de una luxación rotuliana, el tamaño del paciente y los costes.

Según el artículo publicado por Boudrieau (2009), cuando el punto de inserción del ligamento rotuliano es bajo, existe un alto riesgo de fractura de la tuberosidad tibial al utilizar la TTA puesto que esto obliga a utilizar placas más pequeñas que la cresta tibial y la caja espaciadora se queda por encima de la porción más proximal de la placa, por lo que tiene poco hueso para apoyarse. Así pues, en estos casos se recomienda utilizar una TPLO. Por lo contrario, cuando el punto de inserción de dicho ligamento es alto, se pueden utilizar placas más grandes y la caja espaciadora queda más integrada en el hueco de la osteotomía, por lo que se dispersan mejor las fuerzas y por tanto existe menor riesgo de rotura. Así pues, en estos casos se recomienda utilizar una TTA.

Por otra parte, cuando el ángulo de la meseta tibial es excesivo no es recomendable utilizar la TTA, puesto que para llegar a un ángulo de 90º entre la meseta tibial y el ligamento rotuliano se requeriría un avance de la tuberosidad tibial muy amplio. Así pues, en estos casos sería mas recomendable la utilización de una TPLO. No obstante, se debe tener en cuenta que no hay un consenso que indique cual sería el máximo ángulo de meseta tibial que podría tener el paciente para ser intervenido con una TTA, aunque se ha propuesto que los ángulos superiores a 30º no serían adecuados para este tipo de intervención (Boudrieau, 2009).

En pacientes que presentan deformidades angulares y torsionales en las extremidades, el tratamiento de rotura del LCA se puede realizar mediante TPLO o TTA. No obstante, parece ser

que la TPLO sería más adecuada puesto que permite corregir la deformidad y el ángulo de la meseta tibial de forma simultánea, mientras que con la TTA se requiere realizar adicionalmente una osteotomía independiente (rotacional, en cuña o cuneiforme) para corregir la deformidad, con el hándicap de que en el tercio proximal medial de la tibia ya hay una placa colocada que puede interferir con la colocación de otra placa (Boudrieau, 2009).

Cuando el paciente presenta, además de una rotura de ligamento cruzado anterior, una luxación rotuliana que se puede resolver mediante la transposición de la tuberosidad tibial, la técnica de elección sería la TTA, puesto que dicha transposición se puede realizar simultáneamente con el avance de la tuberosidad tibia, simplemente doblando la placa y las “orejas” de la caja espaciadora (Boudrieau, 2009).

En cuanto al tamaño del paciente, tanto la TPLO como la TTA se han empleado en un amplio rango de pacientes de entre 5 y 92 kg de peso, ya que la única limitación que existe (en caso de que el animal en cuestión sea apto para la técnica) es la disponibilidad de implantes del tamaño adecuado (Boudrieau, 2009).

Finalmente, también se deben tener en cuenta los costes del procedimiento.

---

## ESTUDIO RADIOGRÁFICO PREOPERATORIO

Previamente a la realización de la cirugía, es necesario hacer un estudio radiográfico que permita tomar las mediciones necesarias, como el tamaño de distintos implantes (placa, peine y caja separadora) y la distancia de avance craneal que se va a requerir para conseguir que el ligamento rotuliano se posicione perpendicular a la meseta tibial. Para ello se requiere una radiografía caudocraneal y otra mediolateral de la extremidad afectada en ángulo de unos 135º (que es la media del ángulo de la rodilla del perro en estación), en la que se observen los cóndilos femorales superpuestos, y evitando en todo momento la subluxación craneal de la tibia en aquellos casos en los que se haya producido una rotura total del ligamento cruzado anterior (Guerrero, 2016; Lafaver, et al., 2008; Castañón, 2015).

Para evaluar la distancia de avance es necesario tomar tres puntos de referencia en la radiografía mediolateral (Guerrero, 2016):

- El primer punto se coloca en el borde craneal del ligamento rotuliano.
- El segundo y tercer punto se colocan en los lugares de inserción del ligamento cruzado anterior y posterior respectivamente, y entre ellos se traza una línea que se extiende hacia craneal y caudal.

A continuación, se coloca una plantilla transparente sobre la radiografía (figura 6), la cual ayudará a determinar tanto la distancia de avance como el tamaño de los implantes a utilizar. En la parte inferior de dicha plantilla se simbolizan dos líneas perpendiculares: una vertical que representa al ligamento rotuliano, y una horizontal que representa la meseta tibial. Así pues, para medir el avance de la tuberosidad tibial, es necesario colocar la línea horizontal superpuesta sobre la línea de la meseta tibial trazada en la radiografía, y posteriormente se debe ir desplazando la plantilla en dirección horizontal hasta que la línea vertical contacte con el borde craneodistal de la rótula (figura 7). En ese momento, la tuberosidad tibial estará superpuesta con otra línea vertical que nos indicará los milímetros necesarios para el avance (Guerrero, 2016; Lafaver, et al., 2008; Castañón, 2015).

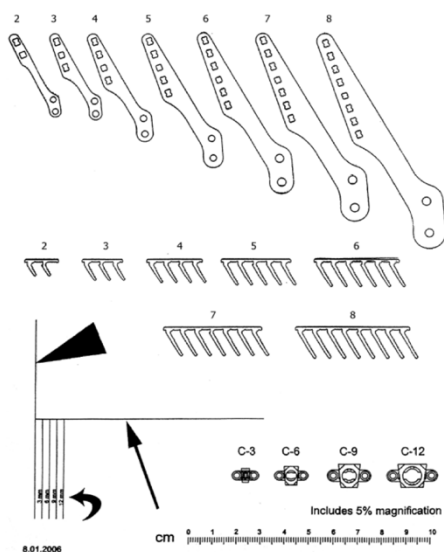


Figura 6 Guía de transparencia para determinar el tamaño de los distintos implantes y el avance de la tuberosidad tibial, de “Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament – deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs” en *Veterinary Surgery* (Lafaver, S., Miller, N. A., Stubbs, W. P., Taylor, R. A. y Boudrieau, R. J., 2007, p. 574).

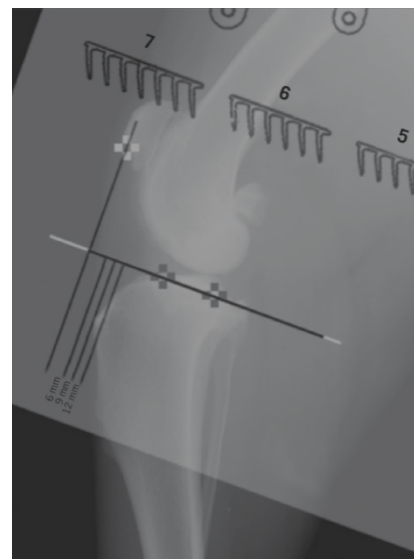


Figura 7 Cálculo del adelantamiento de la tuberosidad tibial sobre una radiografía mediolateral, de “Patologías ortopédicas en la rodilla” en *Técnica quirúrgica para el avance de la tuberosidad tibial* (Guerrero, T. G., 2016, p. 134).

## DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA

Según describen Guerrero (2016), Lafaver, et al. (2007) y Castañón (2015), los pasos a seguir durante la cirugía de TTA serían los siguientes:

1. Para empezar la TTA se requiere abordar la epífisis proximal de la tibia por el lado medial de la extremidad. Así pues, inicialmente se coloca al paciente en decúbito lateral con la

extremidad en abducción, y se incide la piel desde la parte craneal del menisco medial, hasta la vena safena.

2. A continuación, se incide la pata de ganso, que es una estructura tendinosa formada por la inserción de los tendones procedentes del musculo gracilis, sartorio y semitendinoso, y se eleva. Durante este procedimiento se debe evitar dañar el ligamento colateral medial y la inserción del ligamento rotuliano en la bolsa sinovial.
3. Una vez alcanzada la epífisis proximal de la tibia, se refleja el periostio cranealmente, para así exponer el margen óseo craneal de la cresta tibial. Además, esto permitirá, posteriormente, suturar la aponeurosis de los músculos y tendones desinsertados para cerrar la incisión.
4. Seguidamente, se procede a preparar el hueso para la colocación de la placa. Para ello se deben taladrar una serie de agujeros con ayuda de una guía, los cuales deben colocarse inmediatamente caudales a la cortical de la cresta tibial. El primero de los orificios se situará en la tuberosidad tibial, medialmente a la inserción del ligamento rotuliano, puesto que es necesario dejar una porción proximal al primer agujero para permitir colocar los tornillos de la caja espaciadora. Una vez brocado este orificio se fijará la guía a él mediante la colocación de un perno. A continuación, se taladrará el orificio más distal y la guía se fijará al mismo mediante otro perno. Seguidamente, se procederá a realizar el resto de los orificios, se retirará la guía y se colocarán de nuevo los pernos para no perder la posición de los agujeros.
5. Después se procederá a realizar una osteotomía transversa de la tuberosidad tibial. Para ello, se coloca una pinza hemostática recta cranealmente al menisco medial, lo cual nos servirá para marcar la dirección de la osteotomía, y se empezará la misma en el punto medio entre la cresta tibial y el cuerpo de la tibia (en posición lateral y anterior al tendón de inserción del músculo extensor digital largo). A partir de este punto nos dirigiremos hacia craneal por el surco extensor hasta alcanzar el orificio más proximal que hayamos taladrado. Durante todo este trayecto la osteotomía deberá ser bicortical. A partir del orificio proximal hacia adelante se realiza una osteotomía monocortical que afecta únicamente a la cortical medial, la cual se terminará una vez colocada la placa.
6. En caso de ser necesario, se moldea la placa para ajustarla a la superficie medial de la tibia, y se procede a montar el conjunto de la placa y el peine sobre el impactador.
7. Seguidamente, se retiran los pernos de los agujeros proximal y distal, y se insertan la placa y el peine / horquilla con ayuda de un impactador.
8. Una vez alcanzado este punto, se procede a terminar la parte más proximal de la osteotomía y se mide el ancho de la misma para colocar una caja espaciadora adecuada.

9. Se desplaza la tuberosidad tibial en sentido craneal con el fin de conseguir una angulación de 90º entre la meseta tibial y el ligamento rotuliano, y en sentido proximal con el objetivo de mantener la posición de la articulación femororrotuliana y no desplazar distalmente la rótula.
10. A continuación, se moldean las orejas o aletas de la caja espaciadora, se coloca a unos 2 – 3 mm del borde proximal de la tibia y con ayuda de unas pinzas de reducción se mantiene en la posición correcta mientras se fija con dos tornillos, los cuales se deben dirigir hacia caudal para no introducirlos en la articulación. En este momento se puede rellenar el defecto creado por la osteotomía con un injerto de hueso esponjoso, no obstante estudios recientes han demostrado que no hay diferencias significativas respecto a los tiempos de cicatrización en pacientes con y sin injerto.
11. Finalmente, se termina de fijar la placa con tornillos y se cierra la incisión por planos.

Opcionalmente, se puede realizar una artroscopia o artrotomía para diagnosticar y tratar la rotura de meniscos, que frecuentemente se asocia a la rotura del ligamento cruzado anterior, y retirar los restos de este ligamento (Guerrero, 2016; Lafaver, et al., 2007).

---

#### CUIDADOS POSTOPERATORIOS

Una vez finalizada la cirugía, y con el paciente aún bajo anestesia general, se realizan dos proyecciones radiográficas, las cuales servirán de referencia en controles radiográficos posteriores. La proyección mediolateral permite evaluar la dirección de la osteotomía, su reducción, el posicionamiento correcto de los tornillos, el avance de la tuberosidad tibial conseguido y el nuevo ángulo entre la meseta tibial y el ligamento rotuliano. La proyección craneocaudal permite evaluar el correcto posicionamiento de la caja espaciadora, los peines y los tornillos que fijan la placa (Guerrero, 2016).

Durante las primeras 24 horas tras la cirugía no es obligatoria la hospitalización, aunque si es recomendable puesto que permite una monitorización completa del paciente y un mejor control del dolor postoperatorio mediante la administración de AINES y otros analgésicos, manteniéndose la administración de dichos antiinflamatorios no esteroideos durante al menos 5 – 10 días después de la cirugía, para reducir el dolor y la inflamación de la zona. Además, durante las primeras 24 – 48 horas también será necesario que el paciente lleve colocado un vendaje de Robert Jones (Guerrero, 2016).

En cuanto a los controles radiográficos, se realizará el primero 6 – 8 semanas después de la cirugía para verificar la cicatrización de la osteotomía, que, aunque no será completa, ya debería

ser suficiente para proveer una adecuada estabilidad. No obstante, en aquellos pacientes en los que la osificación no sea suficiente, se repetirá el control cada 4 semanas hasta que se visualice una correcta cicatrización del hueso (Guerrero, 2016).

Así mismo, y al igual que ocurría en el postoperatorio de la TPLO, durante los primeros meses tras la cirugía y hasta que radiológicamente se evidencie la osificación completa, los animales deben permanecer en reposo, pudiendo realizar únicamente ejercicio controlado, de forma que será esencial realizar los paseos atados con correa, impedir que suban y bajen escaleras, evitar saltos al sofá o cama... Posteriormente, si los estudios radiológicos confirman una correcta evolución y cicatrización, poco a poco la duración de los paseos se irá incrementando hasta la normalidad (Martí, 2016; Gálvez Torralba, 2019; Berrío y Ochoa, 2009).

---

## COMPLICACIONES

Las complicaciones postquirúrgicas se pueden dividir en mayores o menores en función de su gravedad e importancia clínica, aunque algunos autores como Lafaver, et al. (2007) prefieren clasificarlas en función de la necesidad o la ausencia de esta para reintervenir quirúrgicamente al paciente. Así pues, en el presente trabajo no se distinguirán unas de otras.

Según el artículo publicado por Lafaver, et al. (2007), las complicaciones asociadas a la TTA son:

- Infección. En este caso podemos diferenciar las infecciones superficiales que afectan únicamente a la piel y que se pueden tratar con lavados con antisépticos y la administración de antibioterapia, y las infecciones internas, que pueden acabar causando una artritis séptica, en cuyo caso se debe proceder a realizar un lavado articular y una artrocentesis para hacer un cultivo bacteriano y así determinar la antibioterapia necesaria según la sensibilidad de los microorganismos. En cualquier caso, las infecciones suelen deberse a una inadecuada asepsia durante la cirugía.
- Osteomielitis.
- Fallos del implante. En muchos casos se producen como consecuencia de la inexperiencia del cirujano al planificar la cirugía o al colocar la placa, ya que se requiere un adecuado contacto óseo entre la placa en el extremo distal de la tuberosidad tibial para evitar estos fallos.
- Rotura y desgarros del menisco posterior. Esta complicación puede producirse como consecuencia de un traumatismo en el periodo de convalecencia, o debido a la alteración de las fuerzas dentro de la articulación tras la cirugía. En cualquier caso, se



puede resolver mediante una meniscectomía parcial en una reintervención del paciente.

- Fractura de tibia. Esta complicación puede estar producida por una incorrecta planificación de la cirugía, una osteotomía inadecuada en cuanto a su localización o extensión, una mala elección del tamaño de la placa, una inadecuada colocación de la caja separadora, etc. Su resolución radica en la colocación de placas u otros implantes que estabilicen la fractura hasta su completa cicatrización, aunque en algunos casos como por ejemplo en las fracturas en astilla de la tuberosidad tibial proximal, no se requiere una nueva cirugía.
- Luxación de rótula.
- Tendinitis patelar.
- Granulomas de lamido. Esta complicación se puede resolver poniendo un collar isabelino al paciente para evitar el lamido de la zona, y si esto no es efectivo se pueden extirpar quirúrgicamente.
- Retraso en la cicatrización.
- Inflamación postoperatoria de la rodilla y la extremidad distal.
- Dehiscencia de la sutura.

## 5.2. COMPARACIÓN DE TPLO Y TTA

La TTA y TPLO se basan en la modificación de la biomecánica de la rodilla, para suplir la función del ligamento cruzado craneal cuando este está dañado. En ambos casos, se trata de técnicas bastante invasivas, que requieren abordajes amplios y la realización de una osteotomía, por lo que se requiere una mayor habilidad por parte del cirujano en comparación con la realización de otras técnicas extra e intracapsulares. Además, debido a la necesidad de realizar una osteotomía, son técnicas que deben evaluarse detenidamente cuando se pretende utilizarlas en perros geriátricos y/o con enfermedades concomitantes que afecten a la capacidad de cicatrización, puesto que en ellos dicha cicatrización es más lenta y se pueden producir complicaciones a este nivel. Es por esta razón, que algunos cirujanos prefieren utilizar otras técnicas en este tipo de pacientes y en aquellos que tienen instaurada una enfermedad articular degenerativa (Méndez, et al., 2019). En cualquier caso, la utilización de estas técnicas parece ser la mejor opción en perros de tallas medianas y grandes, aunque algunos estudios indican que no existen diferencias significativas cuando se utiliza la técnica extracapsular de TightRope (Méndez, et al., 2019).

Tanto la TTA como la TPLO han demostrado mejorar el dolor y la cojera a corto plazo en los animales intervenidos, aunque la opción ideal de tratamiento debería ser aquella que permita retornar a la función normal o casi normal de la articulación a largo plazo (Nanda y Hans, 2019). En este sentido, según Nelson et al., si comparamos la funcionalidad de extremidades sometidas a una TPLO, y la de extremidades de perros normales sin rotura del ligamento cruzado anterior, se puede concluir que no existe una diferencia significativa entre ambas funcionalidades 1 año después de la cirugía (citado en Nanda y Hans, 2019). De hecho, otros autores como Krotscheck, et al. y Christopher, et al. (citado en Moore, Weeren y Paek, 2018), demuestran que los perros que se someten a una TPLO, alcanzan una funcionalidad normal de la extremidad antes que con la TTA, siendo capaces de poder trotar con total normalidad.

Por otra parte, en la evaluación dinámica postoperatoria de la TTA, se observa que no hay alteración de la funcionalidad normal de la extremidad cuando los animales van a un ritmo de marcha, pero tienen una funcionalidad inferior que los sometidos a la TPLO cuando se les somete a un ritmo de trote, ya que este es más sensible para detectar cojeras leves (Nanda y Hans, 2019).

Según un estudio realizado por Moore, Weeren y Paek (2018), ambas técnicas de osteotomía reducen la progresión de la osteoartritis articular en comparación con las técnicas intra y extracapsulares, pero aún así un 40 – 76% de los perros se ven afectados por la osteoartritis después de la cirugía de TPLO, y un 55 – 67% después de la cirugía de TTA (Lineberger, et al. y Hoffmann, et al., citado en Moore, Weeren y Paek, 2018). Además, este mismo estudio determina que, la osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO) ofrece unos mejores resultados a largo plazo, tanto radiográficos como funcionales. En este sentido, se ha observado que la osteoartritis progresa más en las siguientes condiciones: cuando se utiliza la técnica de la TTA para la resolución de la lesión que nos atañe, en pacientes que requieren una cirugía bilateral y cuando tras la cirugía la articulación sigue teniendo cierta inestabilidad. Así mismo, según los datos obtenidos a partir de encuestas realizadas a los propietarios, parece ser que los perros que se tratan mediante la técnica de TPLO presentan, menos dolor y menos problemas de movilidad (menor grado de rigidez muscular y mejor función de la extremidad incluso durante la marcha), lo que implica una mejor calidad de vida en general para el paciente (Moore, Weeren y Paek, 2018).

Algunos de los factores que afectan a la progresión de la osteoartritis tras la cirugía son: el enfoque quirúrgico, el tratamiento de los meniscos, y el desbridamiento del ligamento cruzado. En cuanto al enfoque quirúrgico, Lineberger, et al. (citado en Moore, Weeren y Paek, 2018),

determina que una artrotomía craneomedial, en comparación a una caudomedial, se asocia a un mayor grado de osteoartritis; y en cuanto al tratamiento de los meniscos, Luther, et al. (citado en Moore, Weeren y Paek, 2018), determina que la simple liberación de los meniscos conduce a la aparición de signos de osteoartritis en las radiografías.

En cuanto a las complicaciones asociadas a cada técnica, según un estudio publicado por Lafaver, et al. (2007), estas tienen una incidencia en la TTA del 31%, lo cual supone un porcentaje similar al establecido por Pacchiana, et al. y Stauffer, et al. (citado en Lafaver, 2007) para la TPLO, que es del 18'8 – 28%. Además, según Moore, Weeren y Paek (2018), el 61'1% de los propietarios consideran que después de 1 año de la intervención mediante TTA sus mascotas presentan algún grado de dolor.

Finalmente, según el estudio de Moore, Weeren y Paek (2018) no parece existir ninguna relación entre la evolución de la osteoartritis y el peso, sexo y/o estado de esterilización.

## 6. CONCLUSIONES

La comparación de dos de las técnicas más utilizadas para la resolución de la rotura del ligamento cruzado anterior en perros, nos permite extraer una serie de conclusiones:

- Ambas técnicas son capaces de reducir el dolor y la cojera en los animales, pero no consiguen evitar el avance de la osteoartritis, solo lo enlentecen. Aun así, son la mejor opción de tratamiento para perros de tallas medianas y grandes.
- Puesto que se trata de cirugías que se basan en una osteotomía, se deben evaluar detenidamente en pacientes: geriátricos, con enfermedades concomitantes que afecten a la capacidad de cicatrización y con una enfermedad degenerativa articular instaurada.
- Independientemente de la técnica utilizada, el estudio radiográfico preoperatorio es esencial para la correcta planificación de la cirugía.
- La técnica de TPLO se recomienda en pacientes con un punto de inserción bajo del ligamento rotuliano, un ángulo de la meseta tibial excesivo y con deformidades angulares y/o torsionales en las extremidades posteriores. Además, se puede utilizar en perros de cualquier edad y raza, aunque no en pacientes con menos de 9 meses por el posible daño que pueda originar la osteotomía en la línea fisaria proximal de la tibia.
- La técnica de TTA se recomienda en pacientes con un punto de inserción alto del ligamento rotuliano y con una luxación de rótula que se pueda resolver mediante la transposición de la tuberosidad tibial. Además, se puede utilizar en perros de cualquier edad y raza.

- La TPLO ofrece unos mejores resultados a largo plazo, tanto radiográficos como funcionales, puesto que por un lado la osteoartritis avanza menos, y por otro lado los perros consiguen alcanzar una funcionalidad normal de la extremidad, llegando a ser no significativa la diferencia respecto a una rodilla sin rotura del LCA.
- La osteoartritis progresa más cuando se utiliza la técnica de la TTA, en pacientes con cirugía bilateral y cuando tras la cirugía la articulación sigue teniendo cierta inestabilidad.

## CONCLUSIONS

The comparison of two of the most commonly used techniques for the resolution of anterior cruciate ligament rupture in dogs allows us to draw a number of conclusions:

- Both techniques are able to reduce pain and lameness in animals, but they do not prevent the progression of osteoarthritis, only to delay it. Nevertheless, they are the best treatment option for medium and large dogs.
- As these surgeries are based on osteotomy, they should be carefully evaluated in patients: geriatric, with concomitant diseases affecting the ability to heal and with established degenerative joint disease.
- Regardless of the technique used, preoperative radiographic study is essential for proper surgical planning.
- The TPLO technique is recommended in patients with a low insertion point of the patellar ligament, an excessive tibial plateau angle and with angular and/or torsional hindlimb deformities. In addition, it can be used in dogs of any age and breed, but not in dogs under 9 months of age due to the potential damage that the osteotomy may cause to the proximal physal line of the tibia.
- The TTA technique is recommended in patients with a high insertion point of the patellar ligament and a patellar luxation that can be resolved by transposition of the tibial tuberosity. In addition, it can be used in dogs of any age and breed.
- TPLO offers better long-term results, both radiographically and functionally, since, on the one hand, the osteoarthritis progresses less, and on the other hand, dogs achieve normal function of the limb, with the difference compared to a knee without ACL rupture being negligible.
- Osteoarthritis progresses more when the TTA technique is used, in patients with bilateral surgery and when the joint remains unstable after surgery.

## 7. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de esta búsqueda bibliográfica para la elaboración de mi Trabajo de Fin de Grado, me ha permitido profundizar en el conocimiento de una patología ortopédica tan frecuente como es la rotura del ligamento cruzado anterior, la cual me despertaba mucho interés desde que una de mis perras sufrió esta lesión y con el tiempo ha empezado a tener problemas debido a la enfermedad degenerativa articular que esta le desencadenó. También, he podido familiarizarme con parte de la terminología utilizada en el campo de la traumatología, y sacar mis propias conclusiones sobre cuál de las técnicas analizadas sería la más adecuada en cada tipo de paciente.

Además, puesto que la mayor parte de los artículos consultados han sido en inglés, he podido mejorar mi destreza y fluidez en este idioma, y aprender a expresarme un poco mejor en términos veterinarios.

Así mismo, la consulta de fuentes de información tan diversas, ha hecho que aprenda a gestionar mucho mejor las fuentes bibliográficas utilizadas y a valorar el gran esfuerzo que supone la publicación de un artículo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Barneto Carmona, A. (2014). *Atlas de información al propietario. Especie canina*. Zaragoza: Servet.

Berrío Betancur, A. M y Ochoa Vélez, J. J (2009). "TPLO - Tibial plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs". *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), pp. 161-173. Disponible en: <http://www.journals4free.com/link.jsp?l=42623729> [Consultado 01-04-2020]

Boudrieau, R. J. (2009). "Tibial plateau leveling osteotomy or Tibial tuberosity advancement?". *Veterinary Surgery*, 38 (1), pp. 1-22. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00439.x

Castañón García, F. (2015) *Estudio comparativo de las técnicas quirúrgicas, TTA clásica Securos, TTA Porus y TTA Porus con PRP, para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en el perro*. Tesis Doctoral. Universidad de León.

Climent, S., Sarasa, M., Muniesa, P., Terrado, J. y Climent, M. (2013). *Embriología y anatomía veterinaria - Volumen I – Embriología general, conceptos generales del aparato locomotor, región axil, miembro torácico y miembro pelviano*. Zaragoza: Acribia.

Engdahl, K., Emanuelson, U., Höglund, O., Bergström, A. y Hanson, J. (2021). "The epidemiology of cruciate ligament rupture in an insured Swedish dog population". *Scientific reports*, 11(9546), pp. 1-11. DOI: 10.1038/s41598-021-88876-3

Ferreira, A. J. A., Bom, R. M. y Tavares, S. O. (2019). "Tibial tuberosity advancement technique in small breed dogs: study of 30 consecutive dogs (35 stifles)". *Journal of Small Animal Practice*, 60 (), pp. 305-312. DOI: 10.1111/jsap.12991

Gálvez Torralba, M. A. (2019). *Apuntes de la asignatura Integración en Animales de Compañía*. Documento inédito. Zaragoza: Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

Guerrero, T. G. (2016). "Técnica quirúrgica para el avance de la tuberosidad tibial (TTA)". En: Vérez-Fraguela, J. L., Köstlin, R., Latorre Reviriego, R., Climent Peris, S., Sánchez Margallo, F. M. y Usón Gargallo, J. *Patologías ortopédicas de la rodilla*. Zaragoza: Servet, pp. 112-122.

Johnson, A. L. (2009). "Fundamentos de la cirugía ortopédica y manejo de las fracturas". En: Fossus, T.W., Hedlund, C. S., Johnson, A. L., Schulz, K. S., Seim, H. B., Willard, M. D., Bahr, A. y Carroll, G. L. *Cirugía en pequeños animales*. Barcelona: Elsevier, pp. 930-1014.

Lafaver, S., Miller, N. A., Stubbs, W. P., Taylor, R. A. y Boudrieau, R. J. (2007). "Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament – deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs". *Veterinary Surgery*, 36(6), pp. 573-586. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2007.00307.x

Martí, J. M. (2016). "Osteotomía niveladora de la meseta tibial (TPLO) según la técnica de Slocum". En: Vérez-Fraguela, J. L., Köstlin, R., Latorre Reviriego, R., Climent Peris, S., Sánchez Margallo, F. M. y Usón Gargallo, J. *Patologías ortopédicas de la rodilla*. Zaragoza: Servet, pp. 98-110.

Méndez, S. G., Hernández, B. S., Claudio, A., Hernández, A. M., Arias, C. L. y Santoscoy, M. C. (2019). "Criterios de selección de técnicas quirúrgicas para ruptura de ligamento cruzado craneal". *Vanguardia veterinaria*, 91, pp. 24-30. Disponible en: [https://31c0aca4-9e30-4419-b6de-d29353470802.filesusr.com/ugd/d5d8b6\\_a56674ed40824d74937f2d1643601b7b.pdf](https://31c0aca4-9e30-4419-b6de-d29353470802.filesusr.com/ugd/d5d8b6_a56674ed40824d74937f2d1643601b7b.pdf) [Consultado 08-05-2021]

Moore, E.V., Weeren, R. y Paek, M. (2018). "Extended long-term radiographic and functional comparison of tibial plateau leveling osteotomy vs tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture in the dog". *Veterinary Surgery*, 49(1), pp. 146-154. DOI: 10.1111/vsu.13277

Nanda, A. y Hans, E. C. (2019). "Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Canines: Patient Selection and Reported Outcomes". *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 2019:10, pp. 249 – 255. DOI: <https://doi.org/10.2147/VMRR.S204321>

Saldivia Paredes M. (2018). "Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*)". *Revista CES de Medicina y Zootécnica*, 13 (3), pp. 294-307. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7219596> [Consultado 07-02-2021].

Schulz, K. (2008). "Enfermedades articulares". En: Fossum, T. W., Cho, J., Dewey, C. W., Hayashi, K., Huntingford, J. L., MacPhail, C. M., Quandt, J. E., Radlinsky, M. G., Shoulz, K. S., Willard, M. D., Yu-Speight, A. *Small Animal Surgery* (3ª ed.) Barcelona: Elsevier, pp. 1257-1276.

Universidad de Zaragoza (2020). *Precios públicos 2020 – 2021. Hospital veterinario*. Disponible en: [https://vgeconomica.unizar.es/sites/vgeconomica.unizar.es/files/users/ialcazar/612hospitalveterinario\\_20-21\\_0.pdf](https://vgeconomica.unizar.es/sites/vgeconomica.unizar.es/files/users/ialcazar/612hospitalveterinario_20-21_0.pdf) [Consultado 31-03-2021].

Vérez-Fraguela, J. L., Köstlin, R., Latorre Reviriego, R., Climent Peris, S., Sánchez Margallo, F. M. y Usón Gargallo, J. (2016). *Patologías ortopédicas de la rodilla*. Zaragoza: Servet.

Zhalniarovich, Y., Sobolewsky, A., Walus, G. y Adamiak, Z. (2018). "Evaluation, description of the technique, and clinical outcomes after tibial tuberosity advancement with cranial fixation (TTA CF) for cranial cruciate ligament rupture in 22 dogs". *Topics in Companion Animal Medicine*, 33(3), pp. 65-72. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2018.07.003>